

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-120182

(P2002-120182A)

(43) 公開日 平成14年4月23日 (2002. 4. 23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 2 5 J 13/00		B 2 5 J 13/00	Z 2 C 1 5 0
A 6 3 H 11/00		A 6 3 H 11/00	Z 3 F 0 5 9
B 2 5 J 5/00		B 2 5 J 5/00	C 3 F 0 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 書面 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-350278(P2000-350278)

(22) 出願日 平成12年10月11日 (2000. 10. 11)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 野間 英樹

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー

株式会社内

(74) 代理人 100082740

弁理士 田辺 恵基

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 ロボット装置の行動様式の変更及び多様化が難しかった。

【解決手段】 自律型のロボット装置及びその制御方法において、自律動作時におけるロボット装置の状態を複数の基本状態に分けたときの各基本状態ごとの行動モデルをそれぞれ記憶し、記憶した各行動モデルのうち、認識した外部及び又は内部の状況に応じた行動モデルを用いて行動を決定し、決定した行動を発現するようにロボット装置を制御するようにしたことにより、行動モデルの規模を縮小させてその取扱い容易化させることができ、また基本状態の設定によって行動モデルのバリエーションを増加させることができ、かくして行動様式の変更及び多様化を容易化し得るロボット装置及びその制御方法を実現できる。

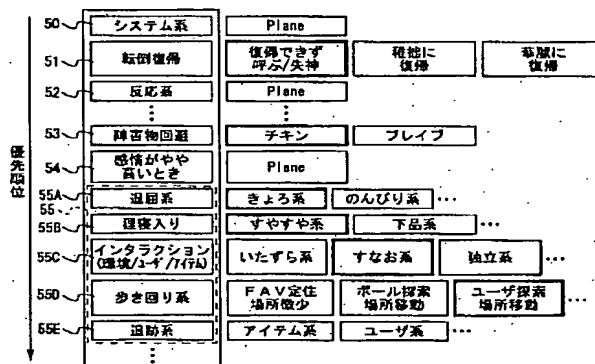


図9 行動モデルの構造

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】外部センサ及び又は内部センサの出力に基づいて外部及び又は内部の状況を認識し、認識結果に基づいて行動する自律型のロボット装置において、上記自律動作時における自己の状態を複数の基本状態に分けたときの各上記基本状態ごとの行動モデルをそれぞれ記憶する記憶手段と、

上記記憶手段に記憶された各上記行動モデルのうち、上記認識した外部及び又は内部の状況に応じた上記行動モデルを用いて上記行動を決定する行動決定手段と、上記行動決定手段により決定された上記行動を発現するように所定の制御処理を実行する制御手段とを具えることを特徴とするロボット装置。

【請求項 2】外部からの入力履歴及び自己の行動履歴の少なくとも一方に基づいて、自己の性格を決定する性格決定手段を具え、

上記記憶手段は、各上記基本状態ごとに、各種性格に応じた複数の上記行動モデルを記憶し、上記行動決定手段は、上記記憶手段に記憶された各上記行動モデルのうち、上記認識した外部及び又は内部の状況と、上記性格決定手段により決定された上記性格とに応じた上記行動モデルを用いて上記行動を決定することを特徴とする請求項 1 に記載のロボット装置。

【請求項 3】外部からの入力履歴及び又は自己の行動履歴に応じて、上記記憶手段に記憶された各上記行動モデルを変更する変更手段を具えることを特徴とする請求項 1 に記載のロボット装置。

【請求項 4】外部センサ及び又は内部センサの出力に基づいて外部及び又は内部の状況を認識し、認識結果に基づいて行動する自律型のロボット装置の制御方法において、

上記自律動作時における上記ロボット装置の状態を複数の基本状態に分けたときの各上記基本状態ごとの行動モデルをそれぞれ記憶する第 1 のステップと、記憶した各上記行動モデルのうち、上記認識した外部及び又は内部の状況に応じた上記行動モデルを用いて上記行動を決定する第 2 のステップと、決定された上記行動を発現するように上記ロボット装置を制御する第 3 のステップとを具えることを特徴とするロボット装置の制御方法。

【請求項 5】上記ロボット装置は、外部からの入力履歴及び自己の行動履歴の少なくとも一方に基づいて、自己の性格を決定する性格決定手段を具え、

上記第 1 のステップでは、各上記基本状態ごとに、上記ロボット装置の各種性格に応じた複数の上記行動モデルを記憶し、上記第 2 のステップでは、

記憶した各上記行動モデルのうち、上記認識した外部及び又は内部の状況と、上記性格決定手段により決定された上記性格とに応じた上記行動モデルを用いて上記行動を決定することを特徴とする請求項 4 に記載のロボット装置の制御方法。

【請求項 6】上記第 1 のステップでは、上記記憶手段に記憶された各上記行動モデルを、外部からの入力履歴及び又は自己の行動履歴に応じて変更することを特徴とする請求項 1 に記載のロボット装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はロボット装置及びその制御方法に関し、例えばペットロボットに適用して好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ユーザからの指示や周囲の環境に応じて自律的に行動するようになされたペットロボットが本願特許出願人により開発されている。かかるペットロボットは、一般家庭において飼育される犬や猫に似せた外観を有し、それぞれ所定部位に配設された CCD (Charge Coupled Device) カメラ、マイクロホン及びタッチセンサ等の出力に基づいて周囲及び自己内部の状況や、ユーザからの指令及び働きかけの有無などを認識し、認識結果に基づいて行動するものである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところでかかる従来のペットロボットにおいては、行動モデルと呼ばれる行動様式を規定した 1 つのモデルを用いて発現する行動を決定するように構築されており、このため行動様式の変更が煩雑であったり、表現の多様化を行い難い問題があった。

【0004】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、行動様式の変更及び多様化を容易化し得るロボット装置及びその制御方法を提案しようとするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、自律型のロボット装置において、自律動作時における自己の状態を複数の基本状態に分けたときの各基本状態ごとの行動モデルをそれぞれ記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶された各行動モデルのうち、認識した外部及び又は内部の状況に応じた行動モデルを用いて行動を決定する行動決定手段と、行動決定手段により決定された行動を発現するように所定の制御処理を実行する制御手段とを設けるようにした。

【0006】この結果このロボット装置では、行動モデルの規模を縮小させてその取扱い容易化させることができ、また基本状態の設定によって行動モデルのバリエーションを増加させることができる。

【0007】また本発明においては、自律型のロボット装置の制御方法において、自律動作時におけるロボット装置の状態を複数の基本状態に分けたときの各基本状態ごとの行動モデルをそれぞれ記憶する第1のステップと、記憶した各行動モデルのうち、認識した外部及び又は内部の状況に応じた行動モデルを用いて行動を決定する第2のステップと、決定された行動を発現するようにロボット装置を制御する第3のステップとを設けるようにした。

【0008】この結果このロボット装置の制御方法によれば、行動モデルの規模を縮小させてその取扱い容易化させることができ、また基本状態の設定によって行動モデルのバリエーションを増加させることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0010】(1)本実施の形態によるペットロボット1の構成

図1において、1は全体として本実施の形態によるペットロボットを示し、胴体部ユニット2の前後左右にそれぞれ脚部ユニット3A～3Dが連結されると共に、胴体部ユニット2の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット4及び尻尾部ユニット5が連結されることにより構成されている。

【0011】この場合胴体部ユニット2には、図2に示すように、このペットロボット1全体の行動を制御するコントローラ10と、このペットロボット1の動力源としてのバッテリー11と、バッテリーセンサ12及び温度センサ13等からなる内部センサ部14となどが収納されている。

【0012】また頭部ユニット4には、このペットロボット1の実質的な「目」として機能するCCD(Charge Coupled Device)カメラ15、「耳」として機能するマイクロホン16及びタッチセンサ17等からなる外部センサ部18と、外見上の「目」として機能するLED(Light Emitting Diode)19と、「口」として機能するスピーカ20となどがそれぞれ所定位置に配設されている。

【0013】さらに各脚部ユニット3A～3Dの関節部分や、各脚部ユニット3A～3D及び胴体部ユニット2の各連結部分、頭部ユニット4及び胴体部ユニット2の連結部分、並びに尻尾部ユニット5における尻尾5A

(図1)の付根部分などには、それぞれ必要な自由度数のアクチュエータ21<sub>1</sub>～21<sub>n</sub>が配設されている。

【0014】そして外部センサ部18のCCDカメラ15は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号S1Aをコントローラ10に送出する。またマイクロホン16は、ユーザから図示しないサウンドコマンドを介して音階として与えられる「歩け」、「伏せ」又は「ボールを追いかける」等の指令音を集音し、得られた音声信号S

1Bをコントローラ10に送出する。

【0015】さらにタッチセンサ17は、図1において明らかなように頭部ユニット4の上部に設けられており、ユーザからの「撫でる」や「叩く」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出し、検出結果を圧力検出信号S1Cとしてコントローラ10に送出する。

【0016】一方、内部センサ部14のバッテリーセンサ12は、バッテリー11の残量を検出して、検出結果をバッテリー残量検出信号S2Aとしてコントローラ10に送出し、温度センサ13は、ペットロボット1の内部温度を検出して検出結果を温度検出信号S2Bとしてコントローラ10に送出する。

【0017】コントローラ10は、CCDカメラ15、マイクロホン16及びタッチセンサ17からそれぞれ供給される画像信号1A、音声信号S1B及び圧力検出信号S1C(以下、これらをまとめて外部センサ信号S1と呼ぶ)と、バッテリーセンサ12及び温度センサ13からそれぞれ与えられるバッテリー残量検出信号S2A及び温度検出信号S2B(以下、これらをまとめて内部センサ信号S2と呼ぶ)となどに基づいて、ペットロボット1の周囲及び内部の状況や、ユーザからの指令、ユーザからの働きかけの有無などを判断する。

【0018】そしてコントローラ10は、この判断結果と、予めメモリ10Aに格納されている制御プログラムとに基づいて続く行動を決定し、決定結果に基づいて必要なアクチュエータ21<sub>1</sub>～21<sub>n</sub>を駆動させることにより、頭部ユニット4を上下左右に振らせたり、尻尾部ユニット5の尻尾5Aを動かせたり、各脚部ユニット3A～3Dを駆動して歩行させるなど行動を行わせる。

【0019】またこの際コントローラ10は、必要に応じて所定の音声信号S3をスピーカ20に与えることにより当該音声信号S3に基づく音声を外部に出力させたり、外見上の「目」としてのLED19にLED駆動信号S4を出力することによりこれを点滅させる。

【0020】このようにしてこのペットロボット1においては、周囲又は内部の状況や、ユーザからの指令及び働きかけの有無などに基づいて自律的に行動することができるようになされている。

【0021】かかる構成に加えこのペットロボット1の場合、ユーザからの働きかけやサウンドコマンドを用いた指令などの操作入力の履歴と、自己の行動及び動作履歴とに応じて、あたかも本物の動物が「成長」するかのごとく行動及び動作を変化させるようになっている。

【0022】すなわちこのペットロボット1には、図3に示すように、成長過程として「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の4つの「成長段階」が設けられている。そしてコントローラ10のメモリ10Aには、これら各「成長段階」ごとの「歩行状態」、「モーション(動き)」及び「サウンド(鳴き声)」などの行動及び動作の基礎となる制御パラメータが予め格

納されている。

【0023】そしてコントローラ10は、初期時には「幼年期」の制御パラメータに従って、例えば「歩行状態」については歩幅を小さくするなどして「よちよち歩き」となるように、「モーション」については単に「歩く」、「立つ」、「寝る」程度の「単純」な動きとなるように、また「サウンド」については音声信号S6の増幅率を低下させるなどして「小さく短い」鳴き声となるように、各アクチュエータ21<sub>1</sub>～21<sub>n</sub>及び音声出力を制御する。

【0024】またこの際コントローラ10は、サウンドコマンドを用いた指令入力と、「なでる」及び「たたく」に該当するタッチセンサ17を介してのセンサ入力及び決められた行動及び動作の成功回数などでなる強化学習と、「なでる」及び「たたく」に該当しないタッチセンサ17を介してのセンサ入力と、「ボールで遊ぶ」などの所定の行動及び動作となどの予め決められた「成長」に関与する複数の要素（以下、これらを成長要素と呼ぶ）について、その発生を常時監視してカウントする。

【0025】そしてコントローラ10は、これら成長要素の累積度数に基づいて、各成長要素の累積度数の合計値（以下、これを成長要素の総合経験値と呼ぶ）が予め設定された閾値を越えると、使用する制御パラメータを「幼年期」よりも成長レベル（行動や動作の難易度や煩雑さなどのレベル）が高い「少年期」の制御パラメータに変更する。

【0026】そしてコントローラ10は、この後この「少年期」の制御パラメータに従って、例えば「歩行状態」については各アクチュエータ21<sub>1</sub>～21<sub>n</sub>の回転速度を速くするなどして「少しはしっかり」と歩くように、「モーション」については動きの数を増加させるなどして「少しは高度かつ複雑」な動きとなるように、また「サウンド」については音声信号S6の増幅率を上げるなどして「少しは長く大きい」鳴き声となるように、各アクチュエータ21<sub>1</sub>～21<sub>n</sub>やスピーカ20からの音声出力を制御する。

【0027】さらにコントローラ10は、この後これと同様にして、成長要素の総合経験値が「青年期」や「成人期」にそれぞれ対応させて予め設定された各閾値を越えるごとに、制御パラメータをより成長レベルの高い「青年期」又は「成人期」の行動及び動作モデルに順次変更し、当該制御パラメータに従って各アクチュエータ21<sub>1</sub>～21<sub>n</sub>の回転速度やスピーカ20に与える音声信号S3の長さや増幅率を徐々に上げたり、1つの動作を行う際の各アクチュエータ21<sub>1</sub>～21<sub>n</sub>の回転量などを変化させる。

【0028】この結果ペットロボット1は、「成長段階」が上がる（すなわち「幼年期」から「少年期」、「少年期」から「青年期」、「青年期」から「成人期」

に変化する）に従って、「歩行状態」が「よちよち歩き」から「しっかりした歩き」に、「モーション」が「単純」から「高度・複雑」に、かつ「サウンド」が「小さく短い」から「長く大きい」に段階的に変化する。

【0029】このようにしてこのペットロボット1においては、外部からの入力や自己の行動及び動作の履歴に応じて、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の4段階で「成長」するようになされている。

10 【0030】なおこの実施の形態の場合、図3において明らかなように、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の各「成長段階」について、それぞれ複数の「性格」が用意されている。

【0031】實際上例えば「少年期」の「性格」として、動きが雑で速い「荒々しい性格」（Child 1）と、これよりも動きが滑らかで遅い「おっとりとした性格」（Child 2）とがある。

20 【0032】また「青年期」の「性格」として、「少年期」の「荒々しい性格」よりもより動きが雑で速い「いらいら性格」（Young 1）と、これよりも動きが遅くかつ滑らかな「普通の性格」（Young 2）と、これよりも一層動作が遅く、かつ行動量が少ない「おっとりとした性格」（Young 3）とがある。

30 【0033】さらに「成人期」の「性格」として、それぞれ「青年期」の「いらいらした性格」よりもより動きが雑で速く、かつユーザからの指令に応じた動きを行い難い「攻撃的な性格」（Adult 1）と、これよりも動きが滑らかで遅く、かつユーザからの指令に応じた動きを行い易い「少し荒々しい性格」（Adult 2）と、これにより動きが滑らかで遅く、行動量が少なく、かつユーザからの指令に応じた動きを必ず行う「少しおとなしい性格」（Adult 3）と、これによりさらに一層動きが遅く、行動量が少なく、かつユーザからの指令に応じた動きを必ず行う「おとなしい性格」（Adult 4）とがある。

【0034】そしてコントローラ10は、「成長段階」を上げる際、各成長要素の累積度数に基づいて次の「成長段階」内の1つの「性格」を選択する。

40 【0035】この場合「少年期」以降では、次の「成長段階」に移る際、現在の「成長段階」の「性格」から遷移できる次の「成長段階」の「性格」は決まっており、図3において矢印で結ばれた「性格」間の遷移しかできない。従って例えば「少年期」において「荒々しい性格」（Child 1）が選択されている場合には、「青年期」において「おっとりとした性格」（Young 3）に遷移することができない。

50 【0036】このようにこのペットロボットにおいては、あたかも本物の動物が飼い主の飼育の仕方等によって性格を形成してゆくかのごとく、ユーザからの働きかけ及び指令の入力履歴や自己の行動履歴に応じて、「成

長」に伴って「性格」をも変化させるようになされている。なおこのようにして選択された「性格」に応じた行動や動作をペットロボット 1 に行わせるための手法については後述する。

【0037】(2) コントローラ 10 の処理  
次にこのペットロボット 1 におけるコントローラ 10 の具体的な処理について説明する。

【0038】コントローラ 10 は、メモリ 10A (図 2) に格納された制御プログラムに従って各種処理を実行する。ここで、かかるコントローラ 10 の処理内容を機能的に分類すると、図 4 に示すように、外部センサ部 18 (図 2) 及び内部センサ部 14 (図 2) の出力に基づいて外部及び内部の状態を認識する状態認識部 30 と、状態認識部 30 の認識結果に基づいてペットロボット 1 の感情及び本能の状態を決定する感情・本能モデル部 31 と、状態認識部 30 の認識結果や、ペットロボット 1 の感情及び本能の状態に基づいて続く行動を決定する行動決定部 32 と、行動決定部 32 の決定結果に応じた行動をペットロボット 1 に発現させる行動生成部 33 と、ペットロボット 1 の「成長」を制御する成長制御部 34 とに分けることができる。

【0039】以下、これら状態認識部 30、感情・本能モデル部 31、行動決定部 32、行動生成部 33 及び成長制御部 34 について詳細に説明する。

【0040】(2-1) 状態認識部 30 の構成  
状態認識部 30 は、外部センサ部 18 から与えられる外部センサ信号 S1 と、内部センサ部 14 から与えられる内部センサ信号 S2 とに基づいて特定の状態を認識し、認識結果を状態認識情報 S10 として感情・本能モデル部 31 及び行動決定部 32 に通知する。

【0041】實際上、状態認識部 30 は、外部センサ部 18 の CCD カメラ 15 (図 2) から与えられる画像信号 S1A を常時監視し、当該画像信号 S1A に基づく画像内に例えば「赤い丸いもの」や「垂直な平面」を検出したときには、「ボールがある」、「壁がある」と認識し、認識結果を感情・本能モデル部 31 及び行動決定部 32 に通知する。

【0042】また状態認識部 30 は、マイクロホン 16 (図 2) から与えられる音声信号 S1B を常時監視し、当該音声信号 S1B に基づいて「歩け」、「伏せ」、

$$E[t+1] = E[t] + k_e \times \Delta E[t] \quad *40$$

【0048】を用いて次の周期におけるその情動のパラメータ値  $E[t+1]$  を算出する。

【0049】そして感情・本能モデル部 31 は、この演算結果を現在のその情動のパラメータ値  $E[t]$  と置き換えるようにしてその情動のパラメータ値を更新する。なお各認識結果や各出力行動に対してどの情動のパラメータ値を更新するかは、予め決められており、例えば「叩かれた」といった認識結果が与えられた場合には「怒り」の情動のパラメータ値が上がると共に「喜び」

\*「ボールを追いかけろ」などの指令音が入力されたことを認識すると、かかる認識結果を感情・本能モデル部 31 及び行動決定部 32 に通知する。

【0043】さらに状態認識部 30 は、タッチセンサ 17 (図 2) から与えられる圧力検出信号 S1C を常時監視し、当該圧力検出信号 S1C に基づいて所定の閾値以上のかつ短時間 (例えば 2 秒未満) の圧力を検出したときには「叩かれた (叱られた)」と認識し、所定の閾値未満で長時間 (例えば 2 秒以上) かつ広範囲の圧力を検出したときには「撫でられた (誉められた)」と認識し、認識結果を感情・本能モデル部 31 及び行動決定部 32 に通知する。

【0044】さらに状態認識部 30 は、内部センサ部 14 の温度センサ 13 (図 2) から与えられる温度検出信号 S2B を常時監視し、当該温度検出信号 S2B に基づいて所定以上の温度を検出したときには「内部温度が上昇しすぎた」と認識し、認識結果を感情・本能モデル部 31 及び行動決定部 32 に通知する。

【0045】(2-2) 感情・本能モデル部 31 の構成  
感情・本能モデル部 31 は、「喜び」、「悲しみ」、「驚き」、「恐怖」、「嫌悪」及び「怒り」の合計 6 つの情動について、各情動ごとにその情動の強さを表すパラメータを保持している。そして感情・本能モデル部 31 は、これら各情動のパラメータ値を、それぞれ状態認識部 30 から状態認識情報 S10 として与えられる「叩かれた」又は「撫でられた」などの特定の認識結果と、後述のように行動決定部 32 から与えられる決定された出力行動を表す行動決定情報 S11 と、経過時間などに基づいて順次更新する。

【0046】具体的に感情・本能モデル部 31 は、状態認識情報 S10 に基づき得られる認識結果及び行動決定情報 S11 に基づく出力行動がその情動に対して作用する度合い (予め設定されている) と、他の情動から受ける抑制及び刺激の度合いと、経過時間などに基づいて所定の演算式により算出されるその情動の変化量を  $\Delta E[t]$ 、現在のその情動のパラメータ値を  $E[t]$ 、認識結果等に応じてその情動を変化させる割合を表す係数を  $k_e$  として、所定周期で次式

【0047】

【数 1】

$$E[t] \quad \dots\dots (1)$$

の情動のパラメータ値が下がり、「撫でられた」といった認識結果が与えられた場合には「喜び」の情動のパラメータ値が上がると共に「悲しみ」及び「怒り」の各情動のパラメータ値が下がる。

【0050】これと同様にして、感情・本能モデル部 31 は、「運動欲」、「愛情欲」、「食欲」、「好奇心」及び「睡眠欲」の互いに独立した 5 つの欲求について、これら欲求ごとにその欲求の強さを表すパラメータ値を保持している。そして感情・本能モデル部 31 は、これ

ら各欲求のパラメータ値を、それぞれ状態認識部30からの認識結果や、経過時間及び行動決定部32からの通知などに基づいて順次更新する。

【0051】具体的に感情・本能モデル部31は、「運動欲」、「愛情欲」及び「好奇心」についてはペットロボット1の出力行動、経過時間及び認識結果などに基づき

$$I[k+1] = I[k] + k_i \times \Delta I[k]$$

【0053】を用いて次の周期におけるその欲求のパラメータ値 $I[k+1]$ を算出し、この演算結果を現在のその欲求のパラメータ値 $I[k]$ と置き換えるようにしてその欲求のパラメータ値を更新する。この場合、出力行動や認識結果等に対してどの欲求のパラメータ値を変化させるかは予め定められており、例えば行動決定部32から何らかの行動を発現したとの通知があった場合に※

$$I[k] = 100 - B_L$$

【0056】により「食欲」のパラメータ値 $[k+1]$ を算出し、この演算結果を現在の食欲のパラメータ値 $I[k]$ と置き換えるようにして当該「食欲」のパラメータ値を更新する。

【0057】さらに感情・本能モデル部41は、「睡眠欲」については1日を1同期として所定時間ごとにパラメータ値を増減変更する。

【0058】なお本実施の形態においては、各情動及び各欲求のパラメータ値がそれぞれ0から100までの範囲で変動するように規制されており、また係数 $k_e$ 、 $k_i$ の値も各情動及び各欲求ごとに個別に設定されている。

【0059】(2-3) 行動決定部32の構成  
行動決定部32は、メモリ10A内に複数の行動モデルを有している。そして行動決定部32は、状態認識部30から与えられる状態認識情報S10と、感情・本能モデル部31における各情動及び各欲求のパラメータ値と、対応する行動モデルと、経過時間などに基づいて次の行動を決定し、決定結果を行動決定情報S11として感情・本能モデル部31、行動生成部33及び成長制御部34に出力する。なお行動決定部32についての詳細は後述するので、ここでは簡単に行動モデルを利用した次の行動の決定手法について説明する。

【0060】このペットロボット1では、次の行動を決定する手法として、図5に示すように1つのノード(状態)  $NODE_o$  から同じ又は他のどのノード  $NODE_o \sim NODE_n$  に遷移するかを各ノード  $NODE_o \sim NODE_n$  間を接続するアーク  $ARC_o \sim ARC_n$  に対してそれぞれ設定された遷移確率  $P_o \sim P_n$  に基づいて確率的に決定する確率オートマトンと呼ばれるアルゴリズムを用いる。

【0061】より具体的には、メモリ10Aには、各行動モデルごとに、その行動モデルの各ノード  $NODE_o \sim NODE_n$  ごとの図6に示すような状態遷移表35が

\*いて所定の演算式により算出されるその欲求の変動量  $\Delta I[k]$ 、現在のその欲求のパラメータ値を  $I[k]$ 、その欲求の感度を表す係数を  $k_i$  として、所定周期で次式

【0052】

【数2】

..... (2)

※は「運動欲」のパラメータ値が下がる。

10 【0054】また感情・本能モデル部31は、「食欲」については、状態認識部30を介して与えられるバッテリー残量検出信号S2A(図2)に基づいて、バッテリー残量を  $B_L$  として所定周期で次式

【0055】

【数3】

..... (3)

格納されている。

【0062】ここで状態遷移表35では、そのノード  $NODE_o \sim NODE_n$  において遷移条件とする入力イベント(状態認識部30の認識結果)が「入力イベント」の行に優先順に列記され、その条件についてのさらなる条件が「データ名」及び「データ範囲」の行における対応する列に記述されている。

【0063】従って図6の状態遷移表35で定義されたノード  $NODE_{100}$  では、「ボールを検出した(BALL)」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるそのボールの「大きさ(SIZE)」が「0から100の範囲(0, 1000)」であることや、「障害物を検出(OBSTACLE)」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるその障害物までの「距離(DISTANCE)」が「0から1000の範囲(0, 1000)」であることが自己又は他のノード  $NODE_o \sim NODE_n$  に遷移するための条件となる。

【0064】またこのノード  $NODE_{100}$  では、認識結果の入力がない場合においても、行動決定部32が周期的に参照する感情・本能モデル部31の各情動及び各欲求のパラメータ値のうち「喜び(JOY)」、「驚き(SURPRISE)」又は「悲しみ(SADNESS)」のいずれかの情動のパラメータ値が「50から100の範囲(50, 100)」であるときには自己又は他のノード  $NODE_o \sim NODE_n$  に遷移することができる。

【0065】さらに状態遷移表35では、「他のノードへの遷移確率」の欄における「遷移先ノード」の列にそのノード  $NODE_o \sim NODE_n$  から遷移できるいくつかのノード  $NODE_o \sim NODE_n$  が列記されると共に、「入力イベント名」、「データ値」及び「データの範囲」の各行に記述された全ての条件が揃った場合におけるそのノード  $NODE_o \sim NODE_n$  への遷移確率が

「他のノードへの遷移確率」の欄におけるそのノード  $NODE_0 \sim NODE_n$  の行に記述され、このとき出力される行動及び動作が「出力行動」の行に記述される。なお「他のノードへの遷移確率」の欄における各行の遷移確率の和は100 [%]となっている。

【0066】従ってこの例のノード  $NODE_{100}$  では、例えば「ボールを検出(BALL)」し、そのボールの「大きさ(SIZE)」が「0から1000の範囲(0, 1000)」であるという認識結果が与えられた場合には、「30 [%]」の確率で「ノード  $NODE_{120}$  (node120)」に遷移でき、そのとき「ACTION 1」の行動又は動作が出力されることとなる。

【0067】そして各行動モデルは、それぞれこのような状態遷移表35として記述されたノード  $NODE_0 \sim NODE_n$  がいくつも繋がるようにして形成されている。

【0068】かくして行動決定部32は、状態認識部30から状態認識情報S10が与えられたときや、最後に行動を発現してから一定時間が経過したときなどに、メモリ10Aに格納されている対応する行動モデルのうちの対応するノード  $NODE_0 \sim NODE_n$  の状態遷移表35を利用して次の行動や動作(「出力行動」の行に記述された行動又は動作)を確率的に決定し、決定結果を行動決定情報S11として感情・本能モデル部32、行動生成部33及び成長制御部34に出力する。

【0069】(2-4) 行動生成部33の構成  
行動生成部33は、各「成長段階」にそれぞれ対応させて、その「成長段階」に応じた「成長レベル」の「歩行状態」、「モーション」及び「サウンド」等の行動や動作をペットロボット1に発現させるための各種制御パラメータをメモリ10A内に有している。

【0070】そして行動生成部33は、行動決定部32から行動決定情報S11が与えられると、メモリ10Aに格納されているこれら各種制御パラメータのうち、後述のように予め成長制御部34により指定された「成長段階」の制御パラメータに基づいて必要なアクチュエータ211~22nを所定状態に駆動させたり、音声信号S3に基づく音声をスピーカ20から出力させたり、外見上の「目」としてのLED19を所定パターンで点滅駆動する。

【0071】このようにして行動生成部33は、行動決定部32により決定された行動を、そのときの「成長段階」に応じたレベルでペットロボット1に発現させ得るようになされている。

【0072】(2-5) 成長制御部34の構成  
成長制御部34は、図7(A)に示すように、状態認識部30から与えられる状態認識情報S10に基づく各種状態のうち、「成長段階」を上げる際の参考要素とすべき上述の成長要素のリスト(以下、これを第1の成長要

素リストと呼ぶ)40Aと、これら成長要素の累積度数をそれぞれ計数するための図7(B)のようなカウンタテーブル(以下、これを第1の成長要素カウンタテーブルと呼ぶ)41Aとをメモリ10A内に有している。

【0073】そして成長制御部34は、状態認識部30から状態認識情報S10が与えられると、当該状態認識情報S10に基づき得られる状態が成長要素か否かを第1の成長要素リスト40Aに基づいて判断し、当該状態が成長要素である場合には第1の成長要素カウンタテーブル41A内の対応するカウント値(経験値)を1つ増加させる。

【0074】また成長制御部34は、図8(A)に示すように、上述のように行動決定部32から与えられる行動決定情報S11に基づき得られる行動のうち、「成長段階」を上げる際の参考要素とすべき上述の成長要素のリスト(以下、これを第2の成長要素リストと呼ぶ)40Bと、これら成長要素の累積度数をそれぞれ計数するための図8(B)のようなカウンタテーブル(以下、これを第2の成長要素カウンタテーブルと呼ぶ)41Bとをメモリ10A内に有している。

【0075】そして成長制御部34は、行動決定部32から行動決定情報S11が与えられると、当該行動決定情報S11に基づき得られる行動が成長要素か否かを第2の成長要素リスト40Bに基づいて判断し、当該行動が成長要素である場合には第2の成長要素カウンタテーブル41B内の対応するカウント値(経験値)を1つ増加させる。

【0076】さらに成長制御部34は、上述のよう第1又は第2の成長要素カウンタテーブル41A、41B内のカウント値を増加させたときには、これら第1及び第2の成長要素カウンタテーブル41A、41Bとは別に用意した「成長段階」を上げるか否かを判定するためのカウンタ(以下、これを総合経験値カウンタと呼ぶ)のカウント値を1増加させ、この後当該総合経験値カウンタのカウント値が現在の「成長段階」の終了条件として予め設定されたカウント値に達したか否かを判断する。

【0077】そして成長制御部34は、総合経験値カウンタのカウント値が現在の「成長段階」の終了条件として予め設定されたカウント値に達した場合には、ペットロボット1の「性格」を次の「成長段階」におけるどの「性格」とするかを第1及び第2の成長要素カウンタテーブル41A、41B内の各カウント値に基づいて決定し、決定結果を性格指定情報S20として行動決定部32及び行動生成部33に出力する。なお成長制御部34は、初期時には「幼年期」の「性格」(Baby 1)を選択すべき旨の性格指定情報S20を行動決定部32及び行動生成部33に与える。

【0078】この結果行動決定部32は、かかる性格指定情報S20に基づいて、メモリ10Aに格納されてい

る複数の行動モデルの中から指定された「性格」と対応付けられた行動モデルを選択し、これ以降はこの行動モデルを用いて上述のように現在のペットロボット1の行動に対する次の行動を決定するようになる。

【0079】また行動生成部33は、かかる性格指定情報S20に基づいて、指定された「成長段階」と対応付けられた「歩行状態」、「モーション」及び「サウンド」等についての制御パラメータを選択し、これ以降はこの制御パラメータを用いて各アクチュエータ211～21n等を駆動する。

【0080】このようにして成長制御部34は、ペットロボット1の「成長」を制御し得るようになされている。

【0081】(3) 行動決定部32の詳細構成  
次にこのペットロボット1の行動決定部32の詳細構成について説明する。

【0082】このペットロボット1では、当該ペットロボット1の行動をその内容に応じて図9のように「システム系」、「転倒復帰系」、「反応系」、「障害物回避系」、「感情がやや高いとき系」、「基本行動系」などの幾つかの系統（以下、これらを主分類系統と呼ぶ）50～55、……に分け、これら各主分類系統50～55、……ごとに、それぞれペットロボット1の「成長段階」や「性格」に応じた行動を発現し得るように1又は複数の行動モデルを用意している。

【0083】またこのペットロボット1では、自律モード時における当該ペットロボット1の状態を、図10のようにしばらくの間ユーザからの入力がないときなどの状態である「退屈状態」と、ユーザやボールと遊んでいるときなどの状態である「わんぱく状態」、ボール等を探すなどして歩き回っている「お散歩状態」と、退屈そうにごろごろと寝ころがっているときなどの状態である「ぐうたら状態」と、座った姿勢でユーザと遊んでいる「おはなし／おしえて状態」と、寝ているときなどの状態である「おやすみ状態」の6つの基本状態に分け、これら6つの基本状態のうちの行動が発現されない「おやすみ状態」を除く残りの5つの基本状態にそれぞれ対応させて、「基本行動系」の主分類系統55を「退屈系」、「追跡系」、「歩き回り系」、「狸寝入り系」及び「インタラクション系」の5つの系統（以下、この系統を副分類系統と呼ぶ）55A～55Eに分け、これら各副分類系統55A～55Eごとにそれぞれペットロボット1の「性格」に応じた行動を発現し得るように複数の行動モデルを用意している。

【0084】そして行動決定部32は、例えば成長制御部34から上述の性格指定情報S20が与えられた場合には、2以上の行動モデルが用意されている「基本行動系」以外の各主分類系統50～54について、性格指定情報S20により指定された「性格」の行動を発現し得るように、予めその「性格」に対応付けられている行動

モデルを1つ選択する。

【0085】例えばこの図9の例では、指定された「性格」が幼児期の「おっとりとした性格」（Child1）（図3）であったことから、「転倒復帰系」については転倒したときに復帰できずに呼ぶ又は失神するという行動を発現し易い「復帰できずに呼ぶ／失神」という行動モデルが選択され、「障害物回避系」については障害物に対して近寄らない行動を発現し易い「チキン（臆病者）」という行動モデルが選択されていることを示している。なお「システム系」、「反応系」及び「感情がやや高いとき系」については、もともと行動モデルが1つしか用意されていないため、それぞれ「Plane（平常）」という行動モデルが選択される。

【0086】またこれと共に行動決定部32は、「基本行動系」の主分類系統55に関しても、当該「基本行動系」内の各副分類系統55A～55Eについて、それぞれ性格指定情報S20により指定された「性格」の行動を発現し得るように、予めその「性格」に対応付けられている行動モデルを1つずつ選択する。

【0087】例えば図9に示す例では、「退屈系」については「きよろ系」、「追跡系」については「ユーザ系」、「歩き回り系」については「ユーザ探索場所移動系」、「狸寝入り系」については「すやすや系」、「インタラクション系」については「すなお系」の行動モデルがそれぞれ選択されたことを示している。

【0088】そして行動決定部32は、この後、状態認識部30から状態認識情報S10が与えられたときや、最後に行動を発現してから一定時間が経過したときなどに、「基本行動系」を除く主分類系統50～54のうちの対応する全ての主分類系統50～54の行動モデルをそれぞれ用いて次の行動をそれぞれ決定する。

【0089】なおここでいう『対応する全ての主分類系統50～54』とは、状態認識部30からの認識結果等に対して予め対応付けられている主分類系統50～54のことを意味し、例えば状態認識部30からの「内部温度が所定温度以上となった」や「バッテリー残量が少なくなった」という認識結果に対しては「システム系」のみが対応付けられ、「転倒した」という認識結果に対しては「転倒復帰系」のみが対応付けられている。また最後に行動を発現してから一定時間が経過した場合に対しては、「感情がやや高いとき系」及び「基本行動系」が対応付けられている。従ってこの場合には、「感情がやや高いとき系」及び「基本行動系」のそれぞれの行動モデルを用いて続く行動がそれぞれ決定される。

【0090】またこれと共に行動決定部32は、「基本行動系」については、状態認識部30からの認識結果等に対して予め対応付けられている1つの副分類系統55A～55Eの行動モデルを用いて続く行動を決定する。例えば状態認識部30からの「ボールを検出した」との認識結果には、「追跡系」が対応付けられており、従っ



てこの場合には「追跡系」の行動モデルを用いて続く行動が決定される。

【0091】そして行動決定部32は、上述のようにして対応する全ての主分類系統50～54の各行動モデルや、対応する副分類系統55A～55E内の1つの行動モデルを用いて次の行動を決定すると、この後これら決定した行動の中から予め定められた優先順位の高い主分類系統50～55によって選択された行動を1つ選択し、当該選択した行動を上述のように行動決定情報S11として行動生成部32及び成長制御部34に通知する。因にこの実施の形態においては、図9において上側に表記された主分類系統50～55ほど優先順位が高く設定されている。

【0092】このようにしてこの行動決定部32は、そのときのペットロボット1の「性格」に応じた行動モデルを利用して続く行動を決定し得るようになされている。

【0093】なおこの実施の形態においては、同じ「成長段階」の同じ「性格」のペットロボット1でも、それまでの外部からの入力履歴や自己の行動履歴に応じて、出力行動の難易度や煩雑さに変化を生じさせ得るようになされている。

【0094】すなわちこのペットロボット1の場合、行動決定部32は、図11に示すように、各種芸や、大きな音に対する反応(LOUD)、動きの難易度(MOVE)、ボールに対する反応(BALL)及び好きな色に対する反応(FAV)などの幾つかの行動や動作について、同じ行動や動作でも難易度や煩雑さ等が異なる幾つかのパターンを有している。

【0095】そして成長制御部34は、上述のようにペットロボット1の「成長段階」を上げる際に第1及び第2の成長要素カウンタテーブル41A、41B(図7(B)、図8(B))内の各カウント値に基づいて、かかる行動や動作についてそれぞれどのパターンの行動や動作を使用すべきかを行動決定部32に通知(以下、これを行動難易度指定通知と呼ぶ)する。例えばこの図11は「性格」が幼児期の「おっとりとした性格」(Child 1)(図3)である場合の一例を示すのもであり、この例では出力される各種芸については「稚拙」、大きな音に対する反応については「失神」、ボールに対する接触の仕方については「稚拙」、お手の仕方については「稚拙」が指定されたことを表す。

【0096】また行動決定部32は、かかる行動難易度指定通知に基づいて、指定された行動や動作のパターンを選択し、かかる行動や動作についてそのパターンが発現されるように、図9に示す「基本行動系」に属する全ての行動モデル(「きよる系」、「のんびり系」、…、…、「すやすや系」、「下品系」、…、「いたずら系」、「すなお系」、「独立系」、…、「FAV定住場所微少系」、「ボール探索場所移動系」、「ユーザ探

索場所移動系」、……、「アイテム系」、「ユーザ系」、……)における対応する状態遷移表35(図6)内の対応する出力行動の欄を対応する出力行動に変更する。

【0097】この結果「基本行動系」に属する行動モデルを用いて次の行動としてかかる行動や動作が選択されたときに、成長制御部34により指定されたパターンの行動や動作が発現されることとなる。

【0098】このようにしてこのペットロボット1では、同じ「成長段階」の同じ「性格」のものであっても、各行動や動作ごとにそれぞれ異なるパターン(難易度・煩雑さ)の行動や動作を発現し得るようにすることができ、これによりペットロボット1に多様な個性をもたせ得るようになされている。

【0099】(4)本実施の形態の動作及び効果以上の構成において、このペットロボット1では、自律モード時における当該ペットロボット1の状態を複数の基本状態に分けたときの各基本状態ごとの行動モデル(図9の「基本状態系」の「退屈系」、「追跡系」、「歩き回り系」、「狸寝入り系」又は「インタラクション系」に属する各行動モデル)を用意し、これら行動モデルのうち、状態認識部30の認識結果等に応じた行動モデルを用いて行動決定部32において行動を決定し、当該決定した行動を発現するようにアクチュエータ211～21n等を制御する。

【0100】従ってこのペットロボット1では、それまで1つであった「基本状態系」の行動モデルの規模を縮小させてその取扱いを容易化させることができ、また基本状態の分け方によっては行動モデルの数を増加させることができるため、ペットロボット1の行動様式を多様化させることができる。

【0101】以上の構成によれば、自律モード時における当該ペットロボット1の状態を複数の基本状態に分けたときの各基本状態ごとの行動モデル(図9の「基本状態系」の「退屈系」、「追跡系」、「歩き回り系」、「狸寝入り系」又は「インタラクション系」に属する各行動モデル)を用意し、これら行動モデルのうち、状態認識部30の認識結果等に応じた行動モデルを用いて行動決定部32において行動を決定し、当該決定した行動を発現するようにアクチュエータ211～21n等を制御するようにしたことにより、行動モデルの規模を縮小させてその取扱いを容易化させることができると共に、基本状態の分け方によっては行動モデルの数を増加させることができることからペットロボット1の行動様式を多様化させることができ、かくして行動様式の変更及び多様化を容易化し得るペットロボットを実現できる。

【0102】(5)他の実施の形態  
なお上述の実施の形態においては、本発明を図1のように構成された4足歩行型のペットロボットに適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限ら

ず、要は、外部センサ及び又は内部センサの出力に基づいて外部及び又は内部の状態を認識し、認識結果に基づいて行動する自律型のロボット装置であるのならば、この他種々の形態のロボット装置に広く適用することができる。

【0103】また上述の実施の形態においては、自律モード時におけるペットロボット1のの基本状態を「退屈状態」、「わんぱく状態」、「お散歩状態」、「ぐうたら状態」、「おはなし／おしえて状態」及び「おやすみ状態」の6つの状態に分けるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の状態に分けるようにしても欲、また6以外の状態に分けるようにしても良い。

【0104】さらに上述の実施の形態においては、各種行動モデルを記憶する記憶手段としてメモリ10Aを適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これ以外の記憶手段を適用するようにしても良い。

【0105】さらに上述の実施の形態においては、メモリ10Aに格納された各種行動モデルのうち、外部及び又は内部の状況に応じた行動モデルを用いて行動を決定する行動決定手段としての行動決定部32と、行動決定部32により決定された行動を発現するように所定の制御処理を実行する制御手段としての行動生成部33と、外部からの入力履歴及び又は自己の行動履歴に応じて、上記記憶手段に記憶された各上記行動モデルを変更する変更手段としての成長制御部34とを同じコントローラ10により構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これらを別体として構成するようにしても良い。

【0106】さらに上述の実施の形態においては、ペットロボット1の「成長段階」を上げる際に図9に示す「基本行動系」に属する各行動モデルの内容を変更するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、そのタイミングとしては「成長段階」を上げる以外のタイミングであっても良い。この場合においては、例えば外部からの入力履歴及び又は自己の行動履歴に基づく学習によりそのタイミングを設定するようにすれば良い。

#### 【0107】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、自律型のロボット装置において、自律動作時における自己の状態を複数の基本状態に分けたときの各基本状態ごとの行動モデルをそれぞれ記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶された各行動モデルのうち、認識した外部及び又は内部の状況に応じた行動モデルを用いて行動を決定する行動決定手段と、行動決定手段により決定された行動を発現

するように所定の制御処理を実行する制御手段とを設けるようにしたことにより、行動モデルの規模を縮小させてその取扱い容易化させることができ、また基本状態の設定によって行動モデルのバリエーションを増加させることができ、かくして行動様式の変更及び多様化を容易化し得るロボット装置を実現できる。

【0108】また本発明によれば、自律型のロボット装置の制御方法において、自律動作時におけるロボット装置の状態を複数の基本状態に分けたときの各基本状態ごとの行動モデルをそれぞれ記憶する第1のステップと、記憶した各行動モデルのうち、認識した外部及び又は内部の状況に応じた行動モデルを用いて行動を決定する第2のステップと、決定された行動を発現するようにロボット装置を制御する第3のステップとを設けるようにしたことにより、行動モデルの規模を縮小させてその取扱い容易化させることができ、また基本状態の設定によって行動モデルのバリエーションを増加させることができ、かくして行動様式の変更及び多様化を容易化し得るロボット装置の制御方法を実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態によるペットロボットの外観構成を示す斜視図である。

【図2】本実施の形態によるペットロボットの内部構成を示すブロック図である。

【図3】ペットロボットの「成長」の説明に供する概念図である。

【図4】コントローラの処理の説明に供するブロック図である。

【図5】確率オートマトンを示す概念図である。

【図6】状態遷移表を示す概念図である。

【図7】第1の成長要素リスト及び第1の成長要素カウンタテーブルの説明に供する概念図である。

【図8】第2の成長要素リスト及び第2の成長要素カウンタテーブルの説明に供する概念図である。

【図9】行動決定部の説明に供する概念図である。

【図10】自律モード時におけるペットロボットの各種基本状態の説明に供する略線図である。

【図11】自律モード時におけるペットロボットの各種基本状態の説明に供する略線図である。

#### 【符号の説明】

1……ペットロボット、10……コントローラ、10A……メモリ、30……状態認識部、31……感情・本能モデル部、32……行動決定部、33……行動生成部、34……成長制御部、50～55……主分類系統、55A～55E……副分類系統、S10……状態認識情報、S11……行動決定情報、S20……性格指定情報。

【図1】

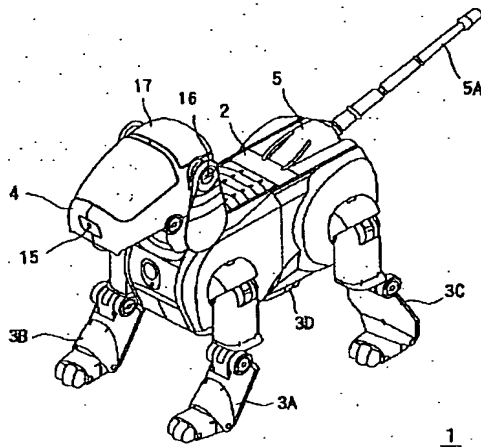


図1 本実施の形態によるペットロボットの外觀構成

【図2】

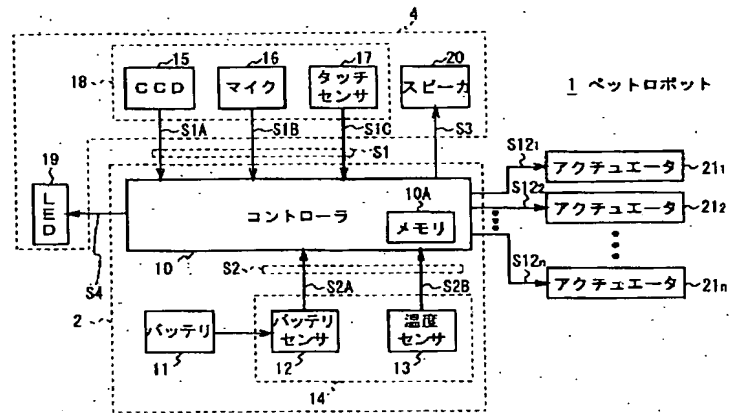


図2 本実施の形態におけるペットロボットの内部構成

【図3】

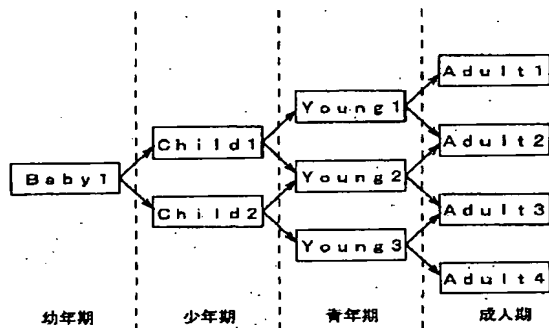


図3 本実施の形態での成長方式

【図5】

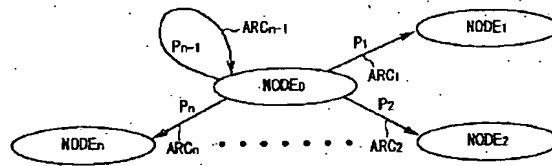


図5 確率オートマトン

【図7】

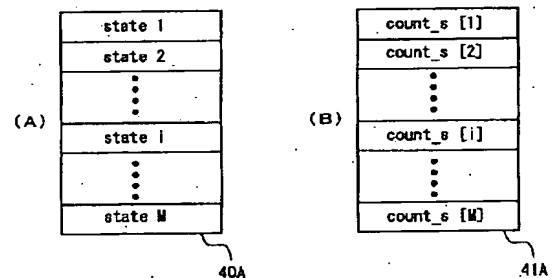


図7 第1の成長要素リスト及び第1の成長要素カウンタテーブル

【図4】

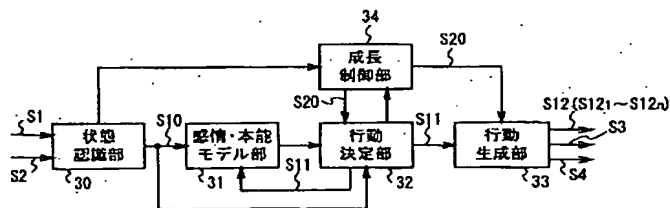


図4 コントローラの処理

【図6】

遷移先ノード 出力行動	入力イベント名    データ名    データの範囲			他のノードへの遷移確率				
	node 100			A	B	C	D	n
				node 120	node120	node 1000		node 600
				ACTION 1	ACTION 2	ACTION 3		ACTION 4
1	BALL	SIZE	0,1000	30%				
2	PAT				40%			
3	HIT					20%		
4	SOUND							50%
5	OBSTACLE	DISTANCE	0,100					
6		JOY	50,100					
7		SUPRISE	50,100					
8		SADNESS	50,100					

35

図6 状態遷移表

【図8】

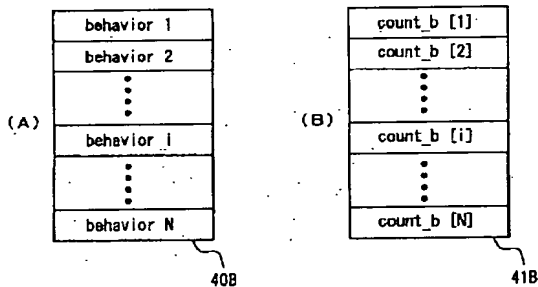


図8 第2の成長要素リスト及び第2の成長要素カウンタテーブル

【図9】

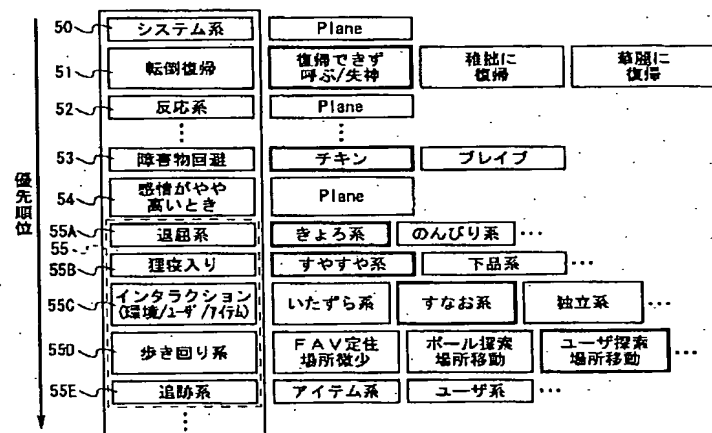


図9 行動モデルの構造

【図11】

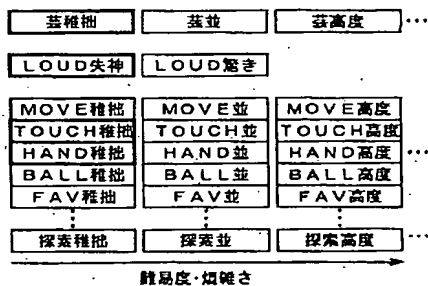


図11 異なる難易度等が設定された各種行動・動作

【図10】

## 自律モード

感情／本能／覚醒状態／ユーザからの入力により  
6つの状態を移動。

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・のぼはん状態               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユーザからの入力を待ちつつ、眠っている状態。</li> <li>・興味のあるものを探してきょろきょろしている状態。</li> </ul> </li> <li>・わんぱく状態               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ボールを追いかけて、インタラクションする状態。</li> <li>・ちゃんと蹴れるよう自己学習する状態。</li> </ul> </li> <li>・お散歩状態               <ul style="list-style-type: none"> <li>・自分で散歩して、いろんな場所に行こうとする状態。</li> <li>・障害物を発見したときは避けようとする。</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ぐうたら状態               <ul style="list-style-type: none"> <li>・退屈そうにごろごろと転がっている状態。</li> <li>・眠たそうに寝転がっている状態。</li> </ul> </li> <li>・おはなし状態／おしえて状態               <ul style="list-style-type: none"> <li>・ユーザとお話を楽しむ状態。</li> <li>・ユーザから言葉を教えてもらう状態。</li> </ul> </li> <li>・おやすみ状態               <ul style="list-style-type: none"> <li>・眠さが最高値に達すると、自動サスペンドする状態。</li> <li>・夜がふけてくると眠ってしまう日時サスペンド状態。</li> <li>・設定した時間に起こしてくれる目覚まし機能。</li> <li>・夜中に勝手にめざまめる夜泣き機能。</li> </ul> </li> </ul> |
|--|--|

図10 自律モード時におけるペットロボットの基本状態

フロントページの続き

Fターム(参考) 2C150 CA02 CA04 DA05 DA24 DA25  
 DA26 DA27 DA28 DF03 DF04  
 DF06 DF33 ED42 ED47 ED52  
 EF07 EF13 EF16 EF23 EF28  
 EF29 EF33 EF36  
 3F059 AA00 BA02 DB02 DD06 DD11  
 DD18 FA05 FC08 FC15  
 3F060 AA00

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-120182

(43)Date of publication of application : 23.04.2002

---

(51)Int.Cl. B25J 13/00

A63H 11/00

B25J 5/00

---

(21)Application number : 2000-350278 (71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 11.10.2000 (72)Inventor : NOMA HIDEKI

---

(54) ROBOT DEVICE AND CONTROL METHOD FOR IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem that it is difficult to alter and diversify the behavior style of a robot device.

SOLUTION: In this autonomous robot device and control method for it, behavior models for each basic state when the state of the robot device in autonomous operation is divided into plural basic states are respectively stored, among the stored behavior models, the behavior model corresponding to the recognized outside and/or inside status is used to determine the behavior, and the robot device is controlled to manifest the determined behavior, whereby the scale of the behavior model is reduced to facilitate handling, the variation of the behavior model can be increased by setting the basic state, so that the behavior style can be easily varied and diversified.

---

LEGAL STATUS [Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

#### \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---



[Claim(s)]

[Claim 1] Or recognize an internal situation and it sets to the robot equipment of the autonomous mold which acts based on a recognition result. an external sensor -- and -- or the output of an internal sensor -- being based -- the exterior -- and -- A storage means to memorize the behavioral model for every above-mentioned primitive state when dividing the self condition at the time of the above-mentioned autonomous working into two or more primitive states, respectively, the exterior which carried out [ above-mentioned ] recognition among each above-mentioned behavioral model memorized by the above-mentioned storage means -- and -- or with an action decision means to opt for the above-mentioned action using the above-mentioned behavioral model according to an internal situation Robot equipment characterized by having the control means which performs predetermined control processing so that the above-mentioned action for which it opted with the above-mentioned action decision means may be discovered.

[Claim 2] Based on either [ at least ] the input hysteresis from the outside, or the action hysteresis of self, it has a character decision means to determine self character. The above-mentioned storage means Two or more above-mentioned behavioral models which responded to various character are memorized for every above-mentioned primitive state. The above-mentioned action decision

means the exterior which carried out [ above-mentioned ] recognition among each above-mentioned behavioral model memorized by the above-mentioned storage means -- and -- or the robot equipment according to claim 1 characterized by opting for the above-mentioned action using the above-mentioned behavioral model according to an internal situation and the above-mentioned character determined by the above-mentioned character decision means.

[Claim 3] the input hysteresis from the outside -- and -- or the robot equipment according to claim 1 characterized by having a modification means to change each above-mentioned behavioral model memorized by the above-mentioned storage means, according to the action hysteresis of self.

[Claim 4] Or recognize an internal situation and it sets to the control approach of the robot equipment of an autonomous mold of acting based on a recognition result. an external sensor -- and -- or the output of an internal sensor -- being based -- the exterior -- and -- The 1st step which memorizes the behavioral model for every above-mentioned primitive state when dividing the condition of the above-mentioned robot equipment at the time of the above-mentioned autonomous working into two or more primitive states, respectively, the exterior which carried out [ above-mentioned ] recognition among each memorized above-mentioned behavioral model -- and -- or with the 2nd step which opts for

the above-mentioned action using the above-mentioned behavioral model according to an internal situation The control approach of the robot equipment characterized by having the 3rd step which controls the above-mentioned robot equipment to discover the above-mentioned action for which it opted.

[Claim 5] The above-mentioned robot equipment is equipped with a character decision means to determine self character, based on either [ at least ] the input hysteresis from the outside, or the action hysteresis of self. At the 1st step of the above Two or more above-mentioned behavioral models which responded to the various character of the above-mentioned robot equipment are memorized for every above-mentioned primitive state. At the 2nd step of the above the exterior which carried out [ above-mentioned ] recognition among each memorized above-mentioned behavioral model -- and -- or the control approach of the robot equipment according to claim 4 characterized by opting for the above-mentioned action using the above-mentioned behavioral model according to an internal situation and the above-mentioned character determined by the above-mentioned character decision means.

[Claim 6] each above-mentioned behavioral model memorized by the above-mentioned storage means at the 1st step of the above -- the input hysteresis from the outside -- and -- or the control approach of the robot equipment according to claim 1 characterized by changing according to the

action hysteresis of self.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is applied to a pet robot, concerning robot equipment and its control approach, and is suitable.

[0002]

[Description of the Prior Art] The pet robot made as [ act / according to the environment of the directions from a user or a perimeter / in recent years / autonomously ] is developed by this application applicant for a patent. This pet robot has the appearance modeled on the dog bred at ordinary homes, or the cat, recognizes the situation inside a perimeter and self, the existence of the command from a user, and influence, etc. based on outputs, such as a CCD (Charge Coupled Device) camera arranged in the predetermined part, respectively, a microphone, and a touch sensor, and acts based on a recognition result.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in this conventional pet robot, it was built so that it might opt for the action discovered using one model which specified the behavioral pattern called a behavioral model, and for this reason, modification of a behavioral pattern was complicated, and there was a problem which cannot diversify an expression easily.

[0004] This invention was made in consideration of the above point, and tends to propose the robot equipment which can easy-ize modification and diversification of a behavioral pattern, and its control approach.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to solve this technical problem, it sets to this invention. A storage means to memorize the behavioral model for every primitive state when setting to the robot equipment of an autonomous mold and dividing the self condition at the time of autonomous working into two or more primitive states, respectively, the exterior recognized among each behavioral model memorized by the storage means -- and -- or an action decision means to opt for action using the behavioral model according to an internal situation, and the control means which performs predetermined control processing so that the action for which it opted with the action decision means may be discovered were established.

[0006] as a result with this robot equipment, the scale of a behavioral model is

reduced -- making -- the -- it can be made to be able to deal with and easy-ize,  
and the variation of a behavioral model can be made to increase by setup of a  
primitive state

[0007] Moreover, in this invention, it sets to the control approach of the robot  
equipment of an autonomous mold. The 1st step which memorizes the  
behavioral model for every primitive state when dividing the condition of the  
robot equipment at the time of autonomous working into two or more primitive  
states, respectively, the exterior recognized among each memorized behavioral  
model -- and -- or the 2nd step which opts for action using the behavioral model  
according to an internal situation, and the 3rd step which controls robot  
equipment to discover the action for which it opted were prepared.

[0008] as a result, according to the control approach of this robot equipment, the  
scale of a behavioral model is reduced -- making -- the -- it can be made to be  
able to deal with and easy-ize, and the variation of a behavioral model can be  
made to increase by setup of a primitive state

[0009]

[Embodiment of the Invention] About a drawing, the gestalt of 1 operation of this  
invention is explained in full detail below.

[0010] (1) In the block diagram 1 of the pet robot 1 by the gestalt of this operation,  
1 is constituted by connecting the head unit 4 and the tail section unit 5 with the

front end section and the back end section of the idiosoma unit 2, respectively while the pet robot by the gestalt of this operation is shown as a whole and leg unit 3A - 3D are connected with front and rear, right and left of the idiosoma unit 2, respectively.

[0011] In this case, as shown in drawing 2 , the internal sensor section 14 which consists of the controller 10 which controls action of this pet robot 1 whole, a dc-battery 11 as a source of power of this pet robot 1, and the dc-battery sensor 12 and temperature sensor 13 grade is contained by the idiosoma unit 2.

[0012] Moreover, the external sensor section 18 which becomes the head unit 4 from the CCD (Charge Coupled Device) camera 15 which functions as substantial "eye" of this pet robot 1, the microphone 16 which functions as a "lug", and touch sensor 17 grade, LED (Light Emitting Diode)19 which functions as a "eye" on appearance, the loudspeaker 20 which functions as "opening" are arranged in the predetermined location, respectively.

[0013] Furthermore, the actuators 211-21n for respectively required free frequency are arranged in the joining segment of the joint part of each leg unit 3A-3D, each joining segment of each leg unit 3A-3D and the idiosoma unit 2, the head unit 4, and the idiosoma unit 2, and the list by the root part of tail 5A ( drawing 1 ) in the tail section unit 5.

[0014] And CCD camera 15 of the external sensor section 18 picturizes a

surrounding situation, and sends out obtained picture signal S1A to a controller 10. Moreover, a microphone 16 collects the command sound given as a scale through the sound commander who does not illustrate from a user, such as "walk", "lie down", or "pursue a ball", and sends out obtained sound signal S1B to a controller 10.

[0015] Furthermore, in drawing 1, the touch sensor 17 is formed in the upper part of the head unit 4 so that clearly, detects the pressure received by "it strokes" and the physical influence of "striking" from a user, and sends it out to a controller 10 by setting a detection result to pressure detecting-signal S1C.

[0016] On the other hand, the dc-battery sensor 12 of the internal sensor section 14 detects the residue of a dc-battery 11, sets a detection result to dc-battery residue detecting-signal S2A, sends it out to a controller 10, and a temperature sensor 13 detects the internal temperature of a pet robot 1, and it sends it out to a controller 10 by making a detection result into temperature detecting-signal S2B.

[0017] Picture signal 1A to which a controller 10 is supplied from CCD camera 15, a microphone 16, and a touch sensor 17, respectively, sound signal S1B, and pressure detecting-signal S1C (these are hereafter called collectively the external sensor signal S1), Dc-battery residue detecting-signal S2A and temperature detecting-signal S2B which are given from the dc-battery sensor 12



and a temperature sensor 13, respectively Based on (calling these hereafter the internal sensor signal S2 collectively) etc., the perimeter of a pet robot 1 and an internal situation, the existence of the command from a user and the influence from a user, etc. are judged.

[0018] And a controller 10 makes action, such as the head unit 4 being made to be able to shake vertically and horizontally, being able to move tail 5A of the tail section unit 5, or driving and walking him around each leg unit 3A-3D, perform by opting for the action which continues based on this decision result and the control program beforehand stored in memory 10A, and making the required actuators 211-21n drive based on a decision result.

[0019] Moreover, a controller 10 blinks this by making the voice based on the sound signal S3 concerned output outside, or outputting LED driving signal S4 to LED19 as a "eye" on appearance by giving the predetermined sound signal S3 to a loudspeaker 20 if needed in this case.

[0020] Thus, in this pet robot 1, it is made as [ act / based on the situation of a perimeter or the interior, the existence of the command from a user, and influence, etc. / it / autonomously ].

[0021] It is made as [ change / action and actuation ] as if the real animal "grew" according to the hysteresis of actuation inputs, such as a command using the influence and the sound commander from a user, and self action and hysteresis

of operation in the case of this pet robot 1. [ in addition to this configuration ]

[0022] That is, as shown in this pet robot 1 at drawing 3 , it supposes that it is a growth fault, and four "growth steps", "youth", "boyhood", "adolescence", and "adulthood", is established. and -- memory 10A of a controller 10 -- \*\*\*\*\* -- "-- the control parameter used as the foundation of action of the "walk condition" of every growth step", "a motion (motion)", "a sound (cry) etc.", etc., etc. and actuation is stored beforehand.

[0023] And so that a controller 10 may make a step small about a "walk condition" according to the control parameter of "youth" and may be "toddling" at the time of the first stage So that it may become the motion with "he walks", "it standing", and extent "that goes to sleep" only "simple" about a "motion" Moreover, about a "sound", the amplification factor of a sound signal S6 is reduced, and each actuators 211-21n and a voice output are controlled to become a "small short" cry.

[0024] Moreover, the command input the sound commander was used for whose controller 10 at this time, The strengthening study which becomes by the count of a success of the sensor input through the touch sensor 17 applicable to "it stroking" and "striking", the action for which it opted, and actuation etc., The sensor input through the touch sensor 17 which does not correspond to "it stroking" and "it striking", The generating is monitored continuously and counted

about two or more elements (these are hereafter called a growth element) which participate in "growth" decided [ actuation / predetermined action of "playing with a ball", ] beforehand.

[0025] And a controller 10 will change the control parameter to be used into the control parameter of the "boyhood" when growth level (level, such as difficulty of action or actuation and complicatedness) is high from "youth", if the total value (this is hereafter called the comprehensive experience value of a growth element) of the cumulative frequency of each growth element exceeds the threshold set up beforehand based on the cumulative frequency of these growth element.

[0026] and a controller 10 makes quick each actuators [ 211-21n ] rotational speed about a "walk condition" according to the control parameter of this "boyhood" after this -- carrying out -- "-- a few -- firmly -- " -- so that he may walk So that the number of motions may be made to increase about a "motion" and it may become the motion with "advanced and complicated" a few Moreover, about a "sound", the amplification factor of a sound signal S6 is gathered, and the voice output from each actuators 211-21n or a loudspeaker 20 is controlled to become a cry for a long time with "loud" a few.

[0027] Furthermore, whenever a controller 10 exceeds each threshold with which the comprehensive experience value of a growth element made it

correspond to "adolescence" and "adulthood", respectively, and was beforehand set as them like this after this A sequential change of the control parameter is made at action and the model of operation of the "adolescence" when growth level is more high, or "adulthood." The die length and the amplification factor of a sound signal S3 which are given to each actuators [ 211-21n ] rotational speed and a loudspeaker 20 according to the control parameter concerned are gathered gradually, or an each actuators [ at the time of performing one actuation / 211-21n ] rotation etc. is changed.

[0028] as a result, a "growth step" goes up a pet robot 1 (namely, the "boyhood" from "youth" --) It follows for changing from "adolescence" and "adolescence" to "adulthood" from "boyhood." a "walk condition" -- "the firm walk" from "toddling" -- "a motion" -- from [ "simple" ] -- "-- altitude and complicated" -- and a "sound" changes from "it is small short" gradually "for it to be large for a long time."

[0029] Thus, in this pet robot 1, it is made according to the hysteresis of the input from the outside, self action, and actuation "as [ grow up / in four steps, "youth" "boyhood", "adolescence", and "adulthood", ]."

[0030] In addition, in the case of the gestalt of this operation, in drawing 3 , two or more "character" is prepared about \*\* "a growth step" of "boyhood", "adolescence", and "adulthood", respectively so that clearly.

[0031] In practice for example, there are "violent character" (Child 1) coarse [ a

motion ] and quick as "character" of "boyhood" and "character [ gently ]" (Child 2) smoother [ a motion ] than this and late.

[0032] moreover, as "character" of "adolescence", a nearby motion is coarse and quicker than "the violent character" of "boyhood" -- "-- since -- there is "character [ gently ]" (Young 3) with few amounts of actions still slower [ actuation ] rather than character" (Young 1), "the ordinary character" (Young 2) in which a motion is late and smoother than this, and this.

[0033] "The offensive character" (Adult 1) in which it is furthermore hard to perform the motion for a nearby motion to be coarse, and for it to be quicker than "the irritated character" of "adolescence" respectively, and corresponding to the command from a user as "character" of "adulthood", "The somewhat violent character" (Adult2) in which it is easy to perform the motion for a motion to be smooth, and for it to be later than this, and corresponding to the command from a user, "The somewhat gentle character" (Adult 3) in which the motion a motion is smooth, the twist of a motion is also late, and there are few amounts of actions, and corresponding to the command from a user is surely performed to this, The motion of a twist is further still later to this, and it has few amounts of actions, and "the gentle character" (Adult 4) in which the motion according to the command from a user is surely performed is in it.

[0034] And in case a controller 10 raises a "growth step", it chooses one the

"character" in the following "growth step" based on the cumulative frequency of each growth element.

[0035] In this case, henceforth, in case it moves to the following "growth step", henceforth [ "boyhood" ] "character" of the following "growth step" which can change from "character" of the present "growth step" was decided, and can perform only transition between the "character" connected by the arrow head in drawing 3 . When it follows, for example, "violent character" (Child 1) is chosen in "boyhood", in "adolescence", it cannot change in "character [ gently ]" (Young 3).

[0036] Thus, in this pet robot, according to the input hysteresis and the action hysteresis of self of the influence and the command from a user, it is made as [ change / with "growth" / "character" ] as if the real animal formed character by the method of breeding of an owner etc. In addition, about the technique for making the action and actuation according to the "character" chosen by doing in this way perform to a pet robot 1, it mentions later.

[0037] (2) Explain concrete processing of the controller 10 in processing of a controller 10, next this pet robot 1.

[0038] A controller 10 performs various processings according to the control program stored in memory 10A ( drawing 2 ). If the contents of processing of this controller 10 are classified functionally, as shown in drawing 4 , here The

condition recognition section 30 which recognizes the condition of the exterior and the interior based on the output of the external sensor section 18 ( drawing 2 ) and the internal sensor section 14 ( drawing 2 ), The feeling and the instinct model section 31 which determines the feeling of a pet robot 1, and the condition of instinct based on the recognition result of the condition recognition section 30, The action decision section 32 which opts for the action which continues based on the recognition result of the condition recognition section 30, the feeling of a pet robot 1, and the condition of instinct, It can divide into the action generation section 33 which makes a pet robot 1 discover the action according to the decision result of the action decision section 32, and the growth control section 34 which controls "growth" of a pet robot 1.

[0039] Hereafter, these condition recognition section 30, feeling and the instinct model section 31, the action decision section 32, the action generation section 33, and the growth control section 34 are explained to a detail.

[0040] (2-1) The configuration status recognition section 30 of the condition recognition section 30 recognizes a specific condition based on the external sensor signal S1 given from the external sensor section 18, and the internal sensor signal S2 given from the internal sensor section 14, and notifies it to feeling, the instinct model section 31, and the action decision section 32 by making a recognition result into the condition recognition information S10.

[0041] In practice, when picture signal S1A given from CCD camera 15 ( drawing 2 ) of the external sensor section 18 is monitored continuously and "a round red thing" and "a perpendicular flat surface" are detected in the image based on the picture signal S1A concerned, the condition recognition section 30 recognizes it as there be a "wall "which a ball is"", and notifies a recognition result to feeling, the instinct model section 31, and the action decision section 32.

[0042] Moreover, the condition recognition section 30 monitors continuously sound signal S1B given from a microphone 16 ( drawing 2 ), and if it recognizes that a command sound, such as "walk", "lie down", and "pursue a ball", was inputted based on the sound signal S1B concerned, it will notify this recognition result to feeling, the instinct model section 31, and the action decision section 32.

[0043] Furthermore, the condition recognition section 30 monitors continuously pressure detecting-signal S1C given from a touch sensor 17 ( drawing 2 ). It is recognized as "it having been struck" (scolded) when the pressure of a short time beyond a predetermined threshold (for example, less than 2 seconds) was detected based on the pressure detecting-signal S1C concerned. It is recognized as "it having been stroked" (praised) when long duration (for example, 2 seconds or more) and a wide range pressure were detected under with a predetermined threshold, and a recognition result is notified to feeling, the instinct model section 31, and the action decision section 32.



[0044] Furthermore, the condition recognition section 30 monitors continuously temperature detecting-signal S2B given from the temperature sensor 13 ( drawing 2 ) of the internal sensor section 14, when the temperature more than predetermined is detected based on the temperature detecting-signal S2B concerned, it recognizes it as "Internal temperature rose too much", and it notifies a recognition result to feeling, the instinct model section 31, and the action decision section 32.

[0045] (2-2) The configuration feeling and the instinct model section 31 of feeling and the instinct model section 31 hold the parameter with which the strength of the emotion is expressed for every emotion about a total of six emotions, "joy", "sadness", "surprise", "fear", "dislike", and the "resentment." And feeling and the instinct model section 31 carry out renewal of sequential based on the specific recognition result to which the parameter value of each [ these ] emotion is given as condition recognition information S10 from the condition recognition section 30, respectively, such as "it having been struck" or "it having been stroked", the action decision information S11 showing the output action which is given from the action decision section 32 like the after-mentioned and for which it opted, elapsed time, etc.

[0046] The degree on which the output action based on the recognition result and the action decision information S11 by which feeling and the instinct model

section 31 may be based on the condition recognition information S10 acts to the emotion concretely (set up beforehand), The degree and the variation of the emotion computed by predetermined operation expression based on elapsed time etc. of the control received from other emotions, and a stimulus  $\Delta E [t]$ , It is a predetermined period, using as  $k_e$  the multiplier showing the rate that the parameter value of the current emotion changes the emotion according to  $E [t]$ , a recognition result, etc., and is a degree type [0047].

[Equation 1]

$$E [t + 1] = E [t] + k_e \times \Delta E [t] \quad \dots\dots (1)$$

[0048] Parameter value [ of the emotion in the period of \*\*\*\*\* ]  $E [t+1]$  is computed.

[0049] And as feeling and the instinct model section 31 replace this result of an operation with parameter value [ of that current emotion ]  $E [t]$ , it updates the parameter value of that emotion. In addition, of which emotion parameter value is updated to each recognition result or each output action When it is decided beforehand, for example, the recognition result of "having been struck" is given, while the parameter value of the emotion of the "resentment" goes up, the parameter value of the emotion of "joy" falls. When the recognition result of "having been stroked" is given, while the parameter value of the emotion of "joy"

goes up, the parameter value of each emotion of "sadness" and the "resentment" falls.

[0050] Feeling and the instinct model section 31 hold like this the parameter value which expresses the strength of the desire for these the desires of every about five desires in which "movement avarice", "love avarice", "appetite", "curiosity", and "sleep avarice" carried out mutually-independent. And feeling and the instinct model section 31 carry out renewal of sequential of the parameter value of each [ these ] desire based on the notice from a recognition result, and the elapsed time and the action decision section 32 from the condition recognition section 30 etc., respectively.

[0051] Concretely, feeling and the instinct model section 31 set to  $k_i$  amount of fluctuation  $\Delta I$  of the desire computed by predetermined operation expression based on output action, elapsed time, a recognition result, etc. of a pet robot 1 about "movement avarice", "love avarice", and "curiosity" ]  $I[k]$ , and the multiplier which expresses the sensibility of  $I[k]$  and its desire for the parameter value of the current desire, is a predetermined period, and is a degree type [0052].

[Equation 2]

$$I[k+1] = I[k] + k_i \times \Delta I[k] \quad \dots\dots (2)$$

[0053] As parameter value [ of that desire in the period of \*\*\*\*\* ]  $I[k+1]$  is

computed and this result of an operation is replaced with parameter value [ of that current desire ] I [k], the parameter value of that desire is updated. In this case, when there is a notice that it is defined beforehand of which desire parameter value is changed to output action, a recognition result, etc., for example, it discovered a certain action from the action decision section 32, the parameter value of "movement avarice" falls.

[0054] Moreover, based on dc-battery residue detecting-signal S2A ( drawing 2 ) given through the condition recognition section 30 about "appetite", feeling and the instinct model section 31 set a dc-battery residue to BL, is a predetermined period, and is a degree type [0055].

[Equation 3]

$$I \text{ [k]} = 100 - B_L \quad \dots\dots (3)$$

[0056] As it is alike, the parameter value [k+1] of "appetite" is computed more and this result of an operation is replaced with parameter value [ of current appetite ] I [k], the parameter value of the "appetite" concerned is updated.

[0057] Furthermore, feeling and the instinct model section 41 carry out increase and decrease of the parameter value of modification for every predetermined time by considering one day as one synchronization about "sleep avarice."

[0058] In addition, in the gestalt of this operation, it is regulated so that each

emotion and the parameter value of each desire may be changed in the range from 0 to 100, respectively, and the value of multipliers  $k_e$  and  $k_i$  is also set up according to the individual for each [ an emotion and ] the desire of every.

[0059] (2-3) The configuration action decision section 32 of the action decision section 32 has two or more behavioral models in memory 10A. And the action decision section 32 determines the next action as the condition recognition information S10 given from the condition recognition section 30, each emotion in feeling and the instinct model section 31 and the parameter value of each desire, and a corresponding behavioral model based on elapsed time etc., and outputs it to feeling and the instinct model section 31, the action generation section 33, and the growth control section 34 by making a decision result into the action decision information S11. In addition, since the detail about the action decision section 32 is mentioned later, the decision technique of action of the degree which used the behavioral model simply here is explained.

[0060] In this pet robot 1, the algorithm called the stochastic automaton determined probable as the technique of opting for the next action based on the transition probability  $P_0$ - $P_n$  set [ to other same or nodes NODE0 of which - NODEn it changes and ] up to the arc ARC0 - ARCn which connect between each node NODE0 - NODEn, respectively from one node (condition) NODE0 as shown in drawing 5 is used.

[0061] More specifically, the state transition table 35 as shown in drawing 6 for every node NODE0 of the behavioral model - NODEn is stored in memory 10A for every behavioral model.

[0062] The input event (recognition result of the condition recognition section 30) made into transition conditions in the node NODE0 - NODEn is listed by the line of an "input event" at a priority, and the further conditions about the condition are described by the "data name" and the corresponding train in the line of the "data range" here in the state transition table 35.

[0063] therefore, in the node NODE100 defined by the state transition table 35 of drawing 6 When the recognition result of "having detected the ball" (BALL) is given "The range (0 1000)" of "magnitude (SIZE)" of the ball given with the recognition result concerned is 0 to 100, When the recognition result of "detecting an obstruction (OBSTACLE)" is given It becomes conditions for that "the range (0 1000)" of "the distance (DISTANCE)" to the obstruction done with the recognition result concerned is 0 to 1000 to change to the node NODE0 of self or others - NODEn.

[0064] Moreover, in this node NODE100, when there is no input of a recognition result, it also sets. Among each emotion of the feeling and the instinct model section 31 which the action decision section 32 refers to periodically, and the parameter value of each desire, "Joy (JOY)", "-- surprised (SUPRISE) -- " -- or --

-- feeling sad (SUDNESS) -- " -- when "the range (50,100)" of the parameter value of one of emotions is 50 to 100, it can change to the node NODE0 of self or others - NODEn.

[0065] further -- a state transition table 35 -- "-- others, while some nodes NODE0 which can change from the node NODE0 - NODEn in the train of the "transition place node" in the column of transition probability" to a node - NODEn are listed It is described by the line of the node NODE0 in the column of transition probability" to a node - NODEn. the transition probability to the node NODE0 at the time of gathering all the conditions described by each line of an "input event name", a "data value", and the "range of data" - NODEn -- "-- others -- The action and actuation which are outputted at this time are described by the line of "output action." in addition -- "-- others -- the sum of the transition probability of each line in the column of transition probability" to a node -- 100 It is [%].

[0066] Therefore, in the node NODE100 of this example, it carries out "detecting a ball (BALL)", for example, and when the recognition result that "the range (0 1000)" of "magnitude (SIZE)" of that ball is 0 to 1000 is given, it can change to "a node NODE120 (node120)" by the probability of "30 [%]", and action or actuation of "ACTION 1" will be then outputted.

[0067] And each behavioral model is formed as a lot of nodes NODE0 described

as such [ respectively ] a state transition table 35 - NODEn(s) are connected.

[0068] The time of the condition recognition information S10 being given from the condition recognition section 30 in this way, as for the action decision section 32, After discovering action finally, when fixed time amount has passed It opts for next action and actuation (action or actuation described by the line of "output action") probable using the state transition table 35 of a node NODE0 - NODEn where it corresponds of the corresponding behavioral models stored in memory 10A. It outputs to feeling and the instinct model section 32, the action generation section 33, and the growth control section 34 by making a decision result into the action decision information S11.

[0069] (2-4) The configuration action generation section 33 of the action generation section 33 is made to correspond to \*\* "a growth step", respectively, and has the various control parameters for making a pet robot 1 discover the action and actuation of the "walk condition" of "growth level", a "motion", a "sound", etc., etc. according to the "growth step" in memory 10A.

[0070] And if the action decision information S11 is given from the action decision section 32, the action generation section 33 It is based on the control parameter of the "growth step" beforehand specified by the growth control section 34 like the after-mentioned among these various control parameters stored in memory 10A. Make a predetermined condition drive the required



actuators 211-22n, or The voice based on a sound signal S3 is made to output from a loudspeaker 20, or the flashing drive of LED19 as a "eye" on appearance is carried out by the predetermined pattern.

[0071] Thus, the action generation section 33 is made as [ make / a pet robot 1 / to discover the action for which the action decision section 32 opted on the level according to the "growth step" at that time ].

[0072] (2-5) The configuration growth control section 34 of the growth control section 34 The inside of the various conditions based on the condition recognition information S10 given from the condition recognition section 30 as shown in drawing 7 (A), List (this is hereafter called 1st growth element list) 40A of the above-mentioned growth element which should be used as the reference element at the time of raising a "growth step", It has counter table (this is hereafter called 1st growth element counter table) 41A like drawing 7 (B) for carrying out counting of the cumulative frequency of these growth element, respectively in memory 10A.

[0073] And the condition that it may be based on the condition recognition information S10 concerned judges the growth control section 34 based on 1st growth element list 40A for whether it is a growth element, and when the condition concerned is a growth element, it makes the counted value (experience value) to which it corresponds in 1st growth element counter table

41A increase by one, if the condition recognition information S10 is given from the condition recognition section 30.

[0074] Moreover, the inside of the action which may be based on the action decision information S11 given from the action decision section 32 as mentioned above as the growth control section 34 is shown in drawing 8 (A), List (this is hereafter called 2nd growth element list) 40B of the above-mentioned growth element which should be used as the reference element at the time of raising a "growth step", It has counter table (this is hereafter called 2nd growth element counter table) 41B like drawing 8 (B) for carrying out counting of the cumulative frequency of these growth element, respectively in memory 10A.

[0075] And the action which may be based on the action decision information S11 concerned judges the growth control section 34 based on 2nd growth element list 40B for whether it is a growth element, and when the action concerned is a growth element, it makes the counted value (experience value) to which it corresponds in 2nd growth element counter table 41B increase by one, if the action decision information S11 is given from the action decision section 32.

[0076] Furthermore, when the counted value in the 1st or growth element counter table 41 of \*\* 2nd A, and 41B is made to increase as mentioned above, the growth control section 34 The counter for judging whether the "growth step" prepared independently [ these / 1st / and the 2nd growth element counter table

41A and 41B ] is raised One \*\*\*\* of the counted value of (calling this a comprehensive experience value counter hereafter) is carried out, and it judges whether the counted value to which the counted value of the comprehensive experience value counter concerned was beforehand set as a terminating condition of a current "growth step" after this was reached.

[0077] and when the counted value of a comprehensive experience value counter reaches the counted value beforehand set up as a terminating condition of a current "growth step", the growth control section 34 Based on each counted value in the 1st and growth element counter table 41of \*\* 2nd A, and 41B, it determines into which "character" in the following "growth step" "character" of a pet robot 1 is made, and outputs to the action decision section 32 and the action generation section 33 by making a decision result into the character assignment information S20. In addition, the growth control section 34 gives the character assignment information S20 on the purport which should choose "character" (Baby 1) of "youth" at the time of the first stage to the action decision section 32 and the action generation section 33.

[0078] As a result, based on this character assignment information S20, the action decision section 32 chooses the behavioral model matched with the "character" specified out of two or more behavioral models stored in memory 10A, and comes to opt for the next action to action of the current pet robot 1 as

mentioned above using this behavioral model after this.

[0079] Moreover, the action generation section 33 chooses the control parameter about the "walk condition" and the "motion" which were matched with the specified "growth step", a "sound", etc. based on this character assignment information S20, and drives each actuators 211-21n etc. using this control parameter after this.

[0080] Thus, the growth control section 34 is made as [ control / "growth" of a pet robot 1 ].

[0081] (3) Explain the detail configuration of the action decision section 32 of this pet robot 1 to detailed style Shigeji of the action decision section 32.

[0082] In this pet robot 1, those contents are embraced in action of the pet robot 1 concerned. Like drawing 9 "A system system", "It is a system when feeling is a little high", [ a "fall return system", the "system of reaction", an "obstacle avoidance system", ] It divides into some networks (these are hereafter called the main classification network) 50-55, such as a "basic action system", and .... 1 or two or more behavioral models are prepared for each [ these ] main classification networks 50-55 and every .... so that the action according to the "growth step" and "character" of a pet robot 1 may be discovered, respectively.

[0083] Moreover, the "tedious condition" of being in conditions in case there is no input from a user for a while like drawing 10 about the condition of the pet robot 1

concerned at the time of autonomous mode in this pet robot 1, The "walk condition" of walking and turning in search of a "naughty condition", a ball, etc. which are in the conditions when playing with the user and the ball, The "idle condition" of being in the conditions when having lain down with a rumble tiresomely, Good night, it divides into six primitive states of condition". the posture which sat down is played with the user -- "-- it is in the talk / conditions when being able to push and sleeping with condition" -- "-- Good night, it is made to correspond to the five remaining primitive states except condition", respectively. action of these six primitive states is not discovered -- "-- The main classification network 55 of a "basic action system" A "tedious system", a "trace system", "the circumference system of a walk", It divides into five networks (this network is hereafter called a subclass network) 55A-55E of a "playing-possum system" and a an "interaction system." Two or more behavioral models are prepared so that the action according to "character" of a pet robot 1 may be discovered to each [ these ] subclass network 55A-55E of every, respectively.

[0084] And when the above-mentioned character assignment information S20 is given from the growth control section 34, the action decision section 32 chooses one behavioral model beforehand matched with the "character" so that action of the "character" specified using the character assignment information S20 may be discovered about each main classification networks 50-54 other than the

"basic action system" for which two or more behavioral models are prepared.

[0085] for example, in the example of this drawing 9 , from the specified "character" having been "the character [ gently ]" (Child 1) ( drawing 3 ) of infancy Call, without the ability returning, when it falls about a "fall return system", or the behavioral model "a/faint called without the ability returning" which is easy to discover action of fainting is chosen. About the "obstacle avoidance system", it is shown that the behavioral model "the chicken (cowardly person)" which is easy to discover the action which does not approach to an obstruction is chosen. In addition, about a "system system", the "system of reaction", and "it being a system when feeling is a little high", since the behavioral model is prepared only for one from the first, the behavioral model "Plane (usual)" is chosen, respectively.

[0086] Moreover, with this, also about the main classification network 55 of a "basic action system", the action decision section 32 chooses every one behavioral model beforehand matched with the "character" so that action of the "character" specified using the character assignment information S20, respectively about each subclass networks 55A-55E in the "basic action system" concerned may be discovered.

[0087] For example, the example shown in drawing 9 shows [ system / "\*\*\*\*\* system" and / "trace system" / system / "user system" and / "circumference

system of a walk" / system / "user retrieval location migration system" and / "playing-possum system" / system / "it is a system calmly" and / an "interaction system" ] that the behavioral model of a "gentle system" was chosen, respectively about the "tedious system."

[0088] And the action decision section 32 opts for the next action, respectively, using respectively the behavioral model of all the main classification networks 50-54 to which it corresponds of the main classification networks 50-54 except a "basic action system", when the condition recognition information S10 is given from the condition recognition section 30 after this, or when fixed time amount has passed after discovering action at the last.

[0089] With in addition, the "all corresponding main classification networks 50-54" here The thing of the main classification networks 50-54 beforehand matched to the recognition result from the condition recognition section 30 etc. is meant. For example, a "system system" is matched to "internal temperature turned into beyond predetermined temperature" and the recognition result "the dc-battery residue decreased" from the condition recognition section 30, and the "fall return system" is matched to the recognition result of "having fallen." Moreover, to the case where fixed time amount has passed after discovering action finally "it being a system when feeling is a little high", and a "basic action system" are matched. Therefore, it opts for the action which continues using

each behavioral model of "it being a system when feeling is a little high", and a "basic action system" in this case, respectively.

[0090] Moreover, the action decision section 32 opts for the action which continues using the behavioral model of one subclass networks 55A-55E beforehand matched to the recognition result from the condition recognition section 30 etc. about a "basic action system" with this. For example, the action which the "trace system" is matched, therefore continues using the behavioral model of a "trace system" in this case is determined as the recognition result of "having detected the ball" from the condition recognition section 30.

[0091] And if it opts for the next action using each behavioral model of all the main classification networks 50-54 that correspond as mentioned above, and one behavioral model in corresponding subclass network 55A - 55E, the action decision section 32 One action chosen by the high main classification networks 50-55 of the priority beforehand defined out of the action for which it these-opted after this is chosen, and it notifies to the action generation section 32 and the growth control section 34 as mentioned above by making the selected action concerned into the action decision information S11. Incidentally in the gestalt of this operation, priority is set up highly the about 50 to 55 main classification network written by the bottom in drawing 9 .

[0092] Thus, this action decision section 32 is made as [ opt / it / for the action



which continues using the behavioral model according to "character" of the pet robot 1 at that time ].

[0093] In addition, in the gestalt of this operation, the pet robot 1 of the same "character" of the same "growth step" is also made as [ make / the difficulty or complicatedness of output action / to produce change ] according to the input hysteresis and the action hysteresis of self from the outside till then.

[0094] Namely, in the case of this pet robot 1, as shown in drawing 11 , as for the action decision section 32, the same action and actuation also have some patterns with which difficulty differs from complicatedness etc. about some actions and actuation of various arts, the reaction (BALL) to the difficulty (MOVE) of the reaction (LOUD) and motion to a loud sound, and a ball, the reaction (FAV) to a favorite color, etc., etc.

[0095] And in case the growth control section 34 raises the "growth step" of a pet robot 1 as mentioned above, it notifies of which pattern action and actuation should be used about this action and actuation, respectively to the action decision section 32 based on each counted value in the 1st and growth element counter table 41 of \*\* 2nd A, and 41B ( drawing 7 (B), drawing 8 (B)) (this is hereafter called the notice of action difficulty assignment). For example, this drawing 11 is also that an example in case "character" is "the character [ gently ]" (Child 1) ( drawing 3 ) of infancy is shown, and it expresses [ method /

of "childish" and a hand ] that "it is childish" was specified with this example about the method of contact of as opposed to [ reaction / as opposed to / arts / which are outputted / various / "childish" and a loud sound ] "a faint" and a ball.

[0096] Moreover, so that the action decision section 32 may choose the pattern of the specified action or actuation based on this notice of action difficulty assignment and the pattern may be discovered about this action and actuation all the behavioral models (a "\*\*\*\*\* system" --) belonging to the "basic action system" shown in drawing 9 "It is a system leisurely", ....., "it being a system calmly", a "vulgar system", .., a "mischievous system", A "gentle system", an "independent system", ....., a "FAV settlement location very small system", a "ball retrieval location migration system", The column of the output action to which it corresponds in a "user retrieval location migration system", ....., an "item system", a "user system", and the corresponding state transition table 35 ( drawing 6 ) in .. is changed into corresponding output action.

[0097] When this action and actuation are chosen as next action using the behavioral model which belongs to a "basic action system" as a result, the action and actuation of a pattern which were specified by the growth control section 34 will be discovered.

[0098] Thus, in this pet robot 1, even if it is the thing of the same "character" of the same "growth step", the action and actuation of a pattern (difficulty and

complicatedness) which are different for each action or every actuation, respectively may be able to be discovered, and it is made as [ give / by this / a pet robot 1 / various individuality ].

[0099] In actuation of the gestalt of this operation, and the configuration beyond effectiveness (4) In this pet robot 1 the behavioral model (the "tedious system" of the "primitive state system" of drawing 9 --) for every primitive state when dividing the condition of the pet robot 1 concerned at the time of autonomous mode into two or more primitive states Each behavioral model belonging to a "trace system", "the circumference system of a walk", a "playing-possum system", or an "interaction system" is prepared. In the action decision section 32, it opts for action among these behavioral models using the behavioral model according to the recognition result of the condition recognition section 30 etc., and Actuators 211-21n etc. are controlled to discover the action concerned for which it opted.

[0100] Therefore, in this pet robot 1, since the scale of the behavioral model of the "primitive state system" whose number was one till then can be made to be able to reduce, and that handling can be made to be able to easy-ize, and a primitive state can divide and the number of behavioral models can be made to increase depending on the direction, the behavioral pattern of a pet robot 1 can be diversified.

[0101] the behavioral model (the "tedious system" of the "primitive state system" of drawing 9 --) for every primitive state when dividing the condition of the pet robot 1 concerned at the time of autonomous mode into two or more primitive states according to the above configuration Each behavioral model belonging to a "trace system", "the circumference system of a walk", a "playing-possum system", or an "interaction system" is prepared. In the action decision section 32, it opts for action among these behavioral models using the behavioral model according to the recognition result of the condition recognition section 30 etc. While being able to make the scale of a behavioral model able to reduce and being able to make the handling easy-ize by having controlled Actuators 211-21n etc. so that the action concerned for which it opted may be discovered Since a primitive state can divide and the number of behavioral models can be made to increase depending on the direction, the behavioral pattern of a pet robot 1 can be diversified, and the pet robot which can easy-ize modification and diversification of a behavioral pattern in this way can be realized.

[0102] (5) it is the gestalt of other operations -- in the gestalt of above-mentioned operation, although the case where this invention was applied to the pet robot of the quadrapedalism mold constituted like drawing 1 was described this invention -- not only this -- in short -- an external sensor -- and -- or the output of an internal sensor -- being based -- the exterior -- and -- or an internal condition is

4 5

recognized, and if it is robot equipment of the autonomous mold which acts based on a recognition result, it is widely applicable to the robot equipment of various gestalten.

[0103] Set in the gestalt of above-mentioned operation and the primitive state of pet robot 1 \*\* at the time of autonomous mode Moreover, a "tedious condition", a "naughty condition", a "walk condition", and an "idle condition" -- "-- talk/-- pushing -- obtaining -- condition" -- and -- "-- good night, although the case where it was made to divide into six conditions of condition" was described This invention may be divided not only into this but into various conditions in addition to this, or you may make it divide it into avarice and conditions other than six.

[0104] Although the case where memory 10A was applied as a storage means to memorize various behavioral models was furthermore described in the gestalt of above-mentioned operation, you may make it this invention apply storage means not only this but other than this.

[0105] the exterior among the various behavioral models furthermore stored in memory 10A in the gestalt of above-mentioned operation -- and -- or with the action decision section 32 as an action decision means which opts for action using the behavioral model according to an internal situation The action generation section 33 as a control means which performs predetermined control processing so that the action for which the action decision section 32 opted may

be discovered, the input hysteresis from the outside -- and -- or, although the case where the same controller 10 constituted the growth control section 34 as a modification means which changes each above-mentioned behavioral model memorized by the above-mentioned storage means according to the action hysteresis of self was described You may make it this invention constitute not only this but these as another object.

[0106] Furthermore, although the case where the contents of each behavioral model belonging to the "basic action system" shown in drawing 9 were changed was described when raising the "growth step" of a pet robot 1 in the gestalt of above-mentioned operation, this invention may be the timing not only this but except raising a "growth step" as the timing. in this case, the input hysteresis from the outside -- and -- or what is necessary is just to make it set up that timing by study based on the action hysteresis of self

[0107]

[Effect of the Invention] A storage means to memorize the behavioral model for every primitive state when setting to the robot equipment of an autonomous mold and dividing the self condition at the time of autonomous working into two or more primitive states as mentioned above, respectively according to this invention, the exterior recognized among each behavioral model memorized by the storage means -- and -- or with an action decision means to opt for action

using the behavioral model according to an internal situation By having established the control means which performs predetermined control processing so that the action for which it opted with the action decision means may be discovered The scale of a behavioral model is made to reduce and the robot equipment which can be made to be able to deal with and easy-ize, and can be made to increase the variation of a behavioral model by setup of a primitive state, and can easy-ize modification and diversification of a behavioral pattern in this way can be realized.

[0108] Moreover, the 1st step which memorizes the behavioral model for every primitive state when according to this invention setting to the control approach of the robot equipment of an autonomous mold, and dividing the condition of the robot equipment at the time of autonomous working into two or more primitive states, respectively, the exterior recognized among each memorized behavioral model -- and -- or with the 2nd step which opts for action using the behavioral model according to an internal situation By having prepared the 3rd step which controls robot equipment to discover the action for which it opted The scale of a behavioral model is made to reduce and the control approach of the robot equipment which can be made to be able to deal with and easy-ize, and can be made to increase the variation of a behavioral model by setup of a primitive state, and can easy-ize modification and diversification of a behavioral pattern in this

way can be realized.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the appearance configuration of the pet robot by the gestalt of this operation.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the internal configuration of the pet robot by the gestalt of this operation.

[Drawing 3] It is the conceptual diagram with which explanation of "growth" of a pet robot is presented.

[Drawing 4] It is the block diagram with which explanation of processing of a controller is presented.

[Drawing 5] It is the conceptual diagram showing a stochastic automaton.

[Drawing 6] It is the conceptual diagram showing a state transition table.

[Drawing 7] It is the conceptual diagram with which explanation of the 1st growth element list and the 1st growth element counter table is presented.

[Drawing 8] It is the conceptual diagram with which explanation of the 2nd growth element list and the 2nd growth element counter table is presented.



[Drawing 9] It is the conceptual diagram with which explanation of the action decision section is presented.

[Drawing 10] It is the approximate line Fig. with which explanation of the various primitive states of the pet robot at the time of autonomous mode is presented.

[Drawing 11] It is the approximate line Fig. with which explanation of the various primitive states of the pet robot at the time of autonomous mode is presented.

#### [Description of Notations]

1 [ .. The condition recognition section 31 / .. Feeling and the instinct model section, 32 / .. The action decision section, 33 / .. The action generation section, 34 / .. A growth control section, 50-55 / .. A main classification network, 55A-55E / .. A subclass network, S10 / .. Condition recognition information, S11 / .. Action decision information, S20 / .. Character assignment information. ] .... A pet robot, 10 .. A controller, 10A .. Memory, 30